

# 社会嵌入性视角能源效率 影响因素理论模型及应用研究

刘殿国/著

非外借



科学出版社

国家自然科学基金项目(71261004)

# 社会嵌入性视角能源效率 影响因素理论模型及应用研究

刘殿国/著

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书整合了能源效率影响因素理论、社会嵌入性理论及多层统计模型理论,阐述了能源效率的社会嵌入性,建立了社会嵌入性视角下能源效率影响因素理论模型;深入分析了能源效率影响因素的作用路径及社会嵌入性对能源效率影响的精确性问题。基于发展中大国、中国省域的相关数据,运用超效率-DEA模型测算了相关国家和省域的能源效率、能源技术变化、能源纯技术变化、效率变化及效率变化的规模效率;实证分析了社会嵌入性视角下能源效率影响因素、能源技术变化、能源纯技术变化、效率变化及效率变化的规模效率,以及能源强度影响因素的直接、间接作用效果;提出能源经济因素与社会嵌入性因素对提高能源效率、降低能源强度作用的相关政策建议。

本书适合统计学、能源经济学等专业的高校师生阅读,也可供经济学、管理学、社会学等领域的研究人员和相关科技工作者阅读。

### 图书在版编目(CIP)数据

社会嵌入性视角能源效率影响因素理论模型及应用研究/刘殿国著.  
—北京:科学出版社,2017.3

ISBN 978-7-03-052131-6

I. ①社… II. ①刘… III. ①能源效率-研究-中国 IV. ①F206

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 052539 号

责任编辑:郭勇斌 周 爽 / 责任校对:李 影  
责任印制:张 伟 / 封面设计:众轩企划

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号  
邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京教图印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2017年3月第 一 版 开本:720×1000 1/16

2017年3月第一次印刷 印张:13 1/2

字数:258 000

定价:78.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

## 前 言

人类的思维方式大致经历思辨的整体思维方式、还原的分析思维方式、系统的科学思维方式三个阶段。在第一阶段，人类的思维面对千姿百态、千变万化的世界，总是力图在最深刻的层次上把握其内在的统一性，并以这种统一性去解释世界上的一切现象，以及关于这些现象的全部知识。在第二阶段，培根在其《新工具》、笛卡儿在其《谈谈方法》中倡导经验与分解的作用；在 1687 年，牛顿将前人的科学理论与观察经验加以综合与升华，发表了《自然哲学的数学原理》，建立了一个较严密的近代科学理论体系，在这一理论体系的影响下，形成了以分割研究、还原与分析为主的科学思维方式，从而引发了人类对具体科学分析的热潮。在第三阶段，自 20 世纪 40 年代以来，以贝塔朗菲为代表的新一代科学理论思想家，以系统科学为基础，形成了新型的、整体的科学思维方式，我们称之为“系统科学思维方式”。系统科学对人类的思维方式产生了深刻影响，其以注重联系和发展、整体和层次、结构和功能等为特征，将不同的、有联系的部分合在一起进行研究。80 年代中期，新经济社会学（将经济学与社会学合在一起研究）的产生是系统科学思想在经济、社会学研究中的体现。

过去 10 年来，随着新兴市场的崛起和世界经济形势的变化，世界能源需求日益从发达国家经济体向发展中大国倾斜。其中，中国在 2010 年一次能源消费量为 2339.6 百万吨石油当量，已超过当年美国的一次能源消费（2284.9 百万吨石油当量），成为一次能源消费的第一大国，且一直到 2013 年，中国的能源消费量还在逐年以较大幅度增加。另外，基于世界银行数据库，得到中国、美国、日本的 2011 年单位能源消耗 GDP（2005 年不变价购买力平价，单位为美元/千克石油当量）数据分别为 5.062、7.081、9.504，在统计的 142 个国家与地区当中排名分别为 20、45、86；其中，美国的单位能源消耗 GDP 数值是中国的 1.398 倍、日本的是中国的 1.877 倍。

中国经济发展所面临的能源现状是大量的能源需求，但能源利用效率较低。为了保持经济增长，短时间内大量减少能源消耗是不可能的；在能源效率不高的情形下，大量的能源消耗会导致环境污染的加剧，连续几年冬季北方越来越严重的雾霾表明我们的环境已经到了可承载的底线。那么是否有既保证大量的能源消耗又不增加污染的办法呢？Cengel（2011）认为能源效率可以看作继煤、石油、天然气、核能、可再生能源（水、风、太阳能、地热等）后的第 6 种“燃料”，其不仅是一

种重要和低价的能源，对减少污染也有显著的作用。因而，能源效率问题是非常值得研究的问题。

围绕能源效率的影响因素问题，学者们主要从以下维度进行了研究：产业结构、能源构成、技术进步、能源相对价格、市场化、对外开放与国际贸易、政府影响力。虽然已有的能源效率影响因素研究考虑了关系嵌入（国际贸易）和政治嵌入（政府影响力）等，但其重在考虑能源经济因素的影响，缺乏对社会网络结构和群体认知及社会文化的关注，缺少“嵌入性”思维。对于还处在经济转型及由社会管理向社会治理转化过程中的中国而言，关注非正式的制度因素对经济现象，特别是对能源效率提高的解释有着更为特殊的蕴意。由于正式规则执行的缺失，充当提高能源效率机制角色的非正式制度的作用还需进一步挖掘。另外，只有奚潭（2010）研究了产业结构、能源构成、技术进步对能源效率的作用路径分析，对其他影响能源效率的因素（如国际贸易、政府影响等）缺少作用路径分析。影响因素的作用路径分析能为降低能源效率的精细化管理及政策的制定提供可靠的理论依据。

基于以上存在的问题，首先，本书整合能源效率影响因素理论、社会嵌入性理论及多层统计模型理论；其次，阐述能源效率的社会嵌入性，建立社会嵌入性视角下能源效率影响因素理论模型，解决能源效率影响因素的作用路径及社会嵌入性对能源效率影响的精确性问题；再次，基于发展中大国、中国省域的相关数据，运用超效率-DEA模型测算相关国家和省的能源效率，实证分析社会嵌入性视角下能源效率影响因素的直接、间接作用效果；最后，基于直接影响因素、间接影响因素及其交互作用，提出能源经济因素与社会嵌入性因素对提高能源效率的作用。

本书创新之处如下。

1) 概括了能源效率影响因素的社会嵌入性。具体分为认知嵌入、关系嵌入、结构嵌入、文化嵌入、政治嵌入及经济嵌入。

2) 建立了社会嵌入性视角下能源效率影响因素理论模型：以能源效率为层一被解释变量，以能源经济因素为层一解释变量；以能源效率影响因素的社会嵌入性因素为层二变量；运用多层统计模型建立社会嵌入性视角下能源效率影响因素理论模型。

3) 基于发展中大国、中国省域的相关数据，实证分析了社会嵌入性因素对发展中大国、中国省域的能源效率的作用路径与影响精确性；并依据实证结果提出了提高发展中大国、中国省域的能源效率的政策建议。

本书的突出特色如下。

1) 研究角度新颖。基于能源效率与社会和谐发展的角度，研究社会嵌入性因素对发展中大国、中国省域的能源效率影响。

2) 研究方法独特。有效整合了能源效率影响因素、社会嵌入性及多层统计模

型理论,建立了社会嵌入性视角下能源效率影响因素理论模型,并基于模型进行实证分析。

3) 定性分析与定量分析相结合。一方面,采用定性分析方法,依据一般的嵌入性维度,概括能源效率影响因素的社会嵌入性;另一方面,采用定量分析方法,实证分析社会嵌入性因素对能源效率的影响路径及精确性。

4) 计量分析的统计学基础不同。本书以具有层结构的数据和多层统计模型作为分析的基础,这与传统的计量以截面、时间、面板忽略层结构的数据和一般回归、时间序列回归、面板数据回归存在明显不同。

本书的研究工作得到国家自然科学基金资助。本书主要内容来源于笔者主持的国家自然科学基金项目“交叉分类累加方法与合并方法的多层统计模型理论及其应用研究”(批准号:71261004)的研究成果。

海南大学经济与管理学院的傅国华教授、吴学品副教授、张尔升教授、何国平副教授、王勇教授等为本书提出了许多宝贵的建议,研究生姜徐欣、刘淼、常晶晶、付邵武、刘妍玲、王海珍、潘通、郭静如等做了大量的调研、文献搜集及资料整理工作,此外,本书还得到科学出版社编辑的大力支持。在写作的过程中,本书参考了大量的国内外文献资料。在此向所有为本书提供帮助的人一并致谢!限于笔者的水平和资料收集有限,书中难免有疏漏之处,敬请广大读者指正。

刘殿国

2016年11月

# 目 录

## 前言

第一章 绪论	1
第一节 经济行为的社会嵌入性演进	1
一、社会嵌入性的不足和过度	1
二、适度的社会化嵌入	2
第二节 社会嵌入性视角下能源效率研究的不足	3
一、政治嵌入促进的减排历程	3
二、中国需要大量能源但能源效率较低	4
三、能源效率影响因素研究存在的问题	5
第三节 本书研究思路、方法与意义	7
一、研究的思路	7
二、研究的方法	7
三、研究意义	7
第二章 相关理论研究述评	9
第一节 能源效率研究	9
一、单要素能源效率研究	9
二、全要素能源效率研究	13
第二节 社会嵌入性理论研究	23
一、网络联系视角的结构与关系嵌入	23
二、虚联系视角的政治、文化和认知嵌入	25
第三节 多层统计模型的应用研究	26
一、多层统计模型优化方面的应用	27
二、多层统计模型与计算技术相结合的应用	28
三、处理不同类型的数据和缺失数据方面的应用	29
四、利用多层数据回答单层数据问题的应用	30
五、解决嵌入性问题的应用	32

第四节 研究评述 .....	32
第三章 能源效率的社会嵌入性 .....	34
第一节 网络联系的视角的结构与关系嵌入 .....	34
一、结构嵌入 .....	34
二、关系嵌入 .....	35
第二节 虚联系视角的政治、文化和认知嵌入 .....	36
一、政治嵌入 .....	36
二、文化嵌入 .....	37
三、认知嵌入 .....	37
第四章 社会嵌入性视角下能源效率影响因素理论模型建立 .....	39
第一节 多层数据分析模型的演化 .....	39
一、分别估计 .....	39
二、传统回归 .....	40
三、两步模型 .....	40
四、多层统计模型 .....	40
第二节 能源效率影响因素理论模型的建立 .....	41
一、计量模型的选择 .....	41
二、能源效率影响因素的理论模型 .....	41
第三节 理论模型应用的步骤 .....	42
第五章 全要素能源效率的测量 .....	44
第一节 模型的选择 .....	44
一、DEA 模型的演化 .....	45
二、能源效率测算模型的确定 .....	49
第二节 发展中大国能源效率的测量 .....	50
一、变量与数据说明 .....	50
二、全要素能源效率及相关结果 .....	51
第三节 中国省域能源效率的测量 .....	56
一、变量与数据来源 .....	57
二、全要素能源效率及相关结果 .....	57
第四节 泛珠三角区域能源效率的测量 .....	68
一、全要素能源效率结果 .....	68
二、能源相关效率结果 .....	69



第六章 能源强度的测算	73
第一节 发展中大国能源强度的测算	74
第二节 中国省域能源强度的测量	75
第七章 社会嵌入性视角下发展中大国能源效率影响因素实证研究	78
第一节 变量的选择与数据来源	78
一、变量的选择	78
二、数据来源	79
第二节 全要素能源效率影响因素的实证结果分析	80
一、发展中大国全要素能源效率的变异(方差)分解	80
二、社会嵌入性变量对各国全要素能源效率均值的影响结果分析	81
三、能源经济变量对全要素能源效率固定效应影响结果分析	83
四、能源经济变量对全要素能源效率随机影响结果分析	84
五、社会嵌入性变量影响结果分析	85
第三节 能源技术变化影响因素的实证结果分析	87
一、发展中大国能源技术变化的变异(方差)分解	87
二、社会嵌入性变量对各国能源技术变化的均值影响结果分析	87
三、能源经济变量对能源技术变化固定效应影响结果分析	89
四、能源经济变量对能源技术变化随机影响结果分析	90
第四节 能源纯技术变化影响因素的实证结果分析	92
一、发展中大国能源纯技术变化的变异(方差)分解	92
二、发展中大国能源经济变量对能源纯技术变化影响结果分析	93
第五节 能源效率变化影响因素的实证结果分析	94
一、发展中大国能源效率变化的变异(方差)分解	94
二、能源经济变量对能源效率变化固定影响效应结果分析	94
第六节 能源效率变化的规模效率影响因素的实证结果分析	95
一、发展中大国能源效率变化的规模效率的变异(方差)分解	95
二、能源经济变量对能源效率变化的规模效率固定效应影响结果分析	96
第七节 结论与启示	97
一、结论	97
二、启示	98
第八章 社会嵌入性视角下中国省域能源效率影响因素的实证研究	100
第一节 变量的选择与数据来源	100

一、变量选择	100
二、数据来源	102
第二节 中国省域全要素能源效率影响因素的实证结果分析	103
一、中国省域全要素能源效率的变异(方差)分解	103
二、社会嵌入性变量对各省全要素能源效率均值的影响结果分析	104
三、能源经济变量对全要素能源效率的固定效应影响结果分析	105
四、能源经济变量对全要素能源效率的随机效应影响结果分析	107
五、社会嵌入性变量影响效应结果分析	108
第三节 能源技术变化影响因素的实证结果分析	111
一、能源技术变化的变异(方差)分解	111
二、社会嵌入性变量对各省能源技术变化的均值影响结果分析	112
三、能源经济变量对能源技术变化的固定效应影响结果分析	113
四、能源经济变量对能源技术变化的随机效应影响结果分析	114
五、社会嵌入性变量影响效应结果分析	116
第四节 能源纯技术变化影响因素的实证分析	119
一、能源纯技术变化的变异(方差)分解	119
二、能源经济变量对能源纯技术变化的固定影响结果分析	119
第五节 中国省域能源效率变化影响因素的实证分析	120
一、各省能源效率变化的变异(方差)分解	120
二、能源经济变量对能源效率变化的固定效应影响结果分析	121
第六节 中国省域能源效率变化的规模效率影响因素的实证结果分析	121
一、能源效率变化的规模效率的变异(方差)分解	122
二、能源经济变量对各省能源效率变化的规模效率影响结果分析	122
第七节 结论与启示	123
一、结论	123
二、启示	124
第九章 社会嵌入性视角下泛珠三角区域能源效率影响因素实证研究	126
第一节 变量的选择与数据来源	126
一、变量选择	126
二、数据来源	127
第二节 泛珠三角区域全要素能源效率影响因素实证结果分析	128
一、泛珠三角区域能源效率的变异(方差)分解	129
二、社会嵌入性变量对各省能源效率均值的影响分析	129

三、能源经济变量对能源效率的固定影响结果分析	131
四、能源经济变量对能源效率的随机影响结果分析	132
五、社会嵌入性变量影响效应结果分析	133
第三节 能源技术变化影响因素实证分析	137
一、能源技术变化的变异(方差)分解	137
二、社会嵌入性变量对能源技术变化均值的影响	137
三、能源经济变量对能源技术变化固定影响结果分析	139
四、能源经济变量对能源技术变化随机影响结果分析	140
五、社会嵌入性变量影响效应结果分析	141
第四节 能源纯技术变化影响因素实证分析	144
一、能源纯技术变化的变异(方差)分解	144
二、社会嵌入性变量对能源纯技术变化的平均值影响	145
三、能源经济变量对能源纯技术变化固定影响结果分析	146
四、能源经济变量对能源纯技术变化随机影响结果分析	147
第五节 能源效率变化影响因素实证分析	149
一、能源效率变化的变异(方差)分解	149
二、能源经济变量对能源效率变化影响结果分析	150
第六节 能源效率变化的规模效率变化影响因素实证结果分析	151
一、能源效率变化的规模效率的变异(方差)分解	151
二、能源经济变量对能源效率变化的规模效率固定影响结果分析	151
第七节 结论与启示	153
一、结论	153
二、启示	154
第十章 发展中大国能源强度影响因素的实证研究	156
第一节 变量的选择与数据来源	156
一、变量选择	156
二、数据来源	156
第二节 发展中大国能源强度影响因素实证结果分析	157
一、发展中大国能源强度的变异(方差)分解	157
二、社会嵌入性变量对各国能源强度均值的影响结果分析	158
三、能源经济变量对能源强度固定影响效应结果分析	158
四、能源经济变量对能源强度随机影响效应结果分析	160
五、社会嵌入性变量影响效应分析	161

第三节 结论与建议 .....	165
一、结论 .....	165
二、启示 .....	166
<b>第十一章 中国省域能源强度影响因素的实证研究</b> .....	167
第一节 变量的选择与数据来源 .....	167
一、变量选择 .....	167
二、数据来源 .....	168
第二节 中国省域能源强度影响因素的实证结果分析 .....	168
一、中国省域能源强度的变异(方差)分解 .....	168
二、社会嵌入性变量对中国省域能源强度均值的影响结果分析 .....	169
三、能源经济变量对能源强度的固定效应影响结果分析 .....	170
四、能源经济变量对能源强度的随机效应影响结果分析 .....	171
五、社会嵌入性变量影响效应结果分析 .....	173
第三节 结论与启示 .....	177
一、结论 .....	177
二、启示 .....	178
<b>第十二章 泛珠三角区域能源强度影响因素的实证研究</b> .....	180
第一节 变量的选择与数据来源 .....	180
一、变量选择 .....	180
二、数据来源 .....	181
第二节 泛珠三角区域能源强度影响因素的实证结果分析 .....	181
一、泛珠三角区域能源强度的变异(方差)分解 .....	181
二、社会嵌入性变量对泛珠三角区域各省能源强度均值的影响结果分析 .....	182
三、泛珠三角区域能源经济变量对能源强度的固定效应影响结果分析 .....	183
四、泛珠三角区域能源经济变量对能源强度的随机影响效应结果分析 .....	184
五、社会嵌入性变量影响结果分析 .....	185
第三节 结论与启示 .....	187
一、结论 .....	187
二、启示 .....	188
<b>参考文献</b> .....	190

# 第一章 绪 论

系统科学方法是 20 世纪的重大科学成果，它的产生不但极大地改变了世界的科学图景，而且也为人类认识世界、改造世界提供了强有力的方法工具，因此各个学科的研究者都想用系统科学的观点和方法解释本学科的内容、解决本学科的问题。社会学家、经济学家用系统思维方式（要素、结构、层次、过程、功能）研究社会学和经济学，将社会学和经济学进行整合，建立了新经济社会学，从而开辟了社会学、经济学研究的新领域。同时，统计学者也用系统思维方式研究统计学，尤其是针对具有层次结构的数据，建立了多层（水平）统计模型（multilevel statistical models），开辟了统计学研究的新领域。两个不同学科将相同的概念——“嵌入性”作为各自理论的核心理念。新经济社会学强调经济嵌入社会；多层统计模型理论强调低层次单位嵌套于高层次单位之中。已有的研究表明多层统计模型是解决嵌入性问题的合适模型。

## 第一节 经济行为的社会嵌入性演进

Polanyi（1944）在其《大变革》一书中，提出了“嵌入性”概念，认为“作为一个制度过程，经济嵌入在经济和非经济的制度之中”。随着 Granovetter（1985）在其论文《经济行为和社会结构：嵌入性问题》中将“嵌入性”概念定义为“经济行为在特定社会结构中的持续情境化”，嵌入性理论引起各国学者的广泛关注，从而极大地推动了嵌入性理论的发展。

### 一、社会嵌入性的不足和过度

#### （一）低度社会化

古典主义和新古典主义经济学的研究思路是与原子化的、低度社会化的人类行为概念联系在一起的，这种经济学仍然处在功利主义的传统之中，即将行为主体的决策和行为与其所处的具体社会情境割裂开来，完全忽视了鲜活的社会现实及网络与行为主体之间的相互作用。行为主体具有“理性人”所具有的能力，即在个人目标上能达到效用的自我满足；在个人能力上能达到最大化选择；在个人之间的

协调上能达到市场均衡（刘文超，2015）。

效用自我满足的观念形成经历了个人追求自身利益最大化到个人的偏好再到个人的效用函数的发展路径，但效用函数的特征和性质要以个人偏好的假定为前提。因此，杰弗里·M·霍奇逊（2007）认为“新古典理论主要是由有关个人偏好的假定编织而成的”。在古典时期的市场交易中，理性者会进行盈亏得失的精密计算，进行成本收益的精确权衡。在新古典时期，理性者在市场中总能在一定的约束条件下，做出使得所追求的目标最大化的选择。市场均衡观念经历了由亚当·斯密用“看不见的手”的隐喻表达个人利益和社会整体利益的天然和谐统一的观点，到新古典经济学家用更为精巧的均衡理论论证分析经济主体之间的协调一致性的过程。

## （二）社会学中的过度社会化

Dennis 界定的过度社会化是指人对于其他人的舆论具有压倒一切的敏感性，因而服从由共识中发展起来并通过社会化内化的规范和价值体系的支配，所以服从并不被视为一种负担。

依据霍桑实验，梅奥于 1933 年出版了《工业文明中人的问题》等著作，书中对人的看法及人际关系提出了与古典管理理论不同的观点（傅国华，2013）。①工人是“社会人”而不是单纯的“经济人”；②企业中存在着非正式组织，这种非正式组织的作用在于维护其成员的共同利益使之免受其内部个别成员的疏忽或外部人员的干涉所造成的损失；③满足工人的社会需要，提高工人的士气是提高生产效率的关键，在这些需要中，金钱和物质的需要只占很少比重，更多的是获取友谊、得到尊重或保证安全等方面的社会需要。

除去低度社会化和过度社会化这两种观点的对立部分，可以发现一个具有重大理论意义的讽刺性现象：两者都具有通过原子化的个人实现决策和行动的观点。在低度社会化的描述中，原子化来源于对自我利益的狭隘功利追求；在过度社会化的观点中，原子化则产生于个人业已内化的行为模式，因而持续运作的社会关系对行为仅具有边缘性的影响（Granovetter，1985）。

## 二、适度的社会化嵌入

经济学以“经济人”“理性人”假设作为经济分析的起点，其关注个体行为；新经济社会学以“社会人”假设为分析的起点，其分析方法是结构主义的。“社会人”假设强调结构理性，追求结构利益。其实，“社会人”假设并不否定“经济人”假设中个人追求最大化目标的动机，但最大化的计算是在考虑人与人之间关系的情形下做出的。“社会人”假设主张，对企业来说，就是假设企业利用物质资本、人力资本和社会资本来实现利润的最大化；对消费者来说，就是假

设个人消费商品和社会资源实现效用最大化（张其仔，1997）。运用“社会人”假设，就可以理解行为主体出于责任和道义所从事的利他行为，是在进行一种社会资本的投资或回报；就可以理解源于社会公平考虑的各种税收和再分配政策的存在；就可以理解在新旧制度交替的制度“真空”情况下，非正式制度社会资本所发生的作用（杜欣，徐延辉，2003）。

新经济社会学的代表人物 Granovetter（1985）提出的弱嵌入性（weak embeddedness）概念清楚地表述了“社会人”的经济行为，他一方面承认经济嵌入于社会关系之中，另一方面还承认经济过程的自主性。弱嵌入性概念一方面指出了社会结构对行动者的制约，另一方面不把行动者当成结构的奴隶，给结构与行动者都留下了作用的空间（张其仔，2001）。也就是说，行动主体在追求自身利益的过程中会受到社会结构因素的制约，他会利用所掌握的社会资本来完成其目标。主体的最大化目标受社会结构因素的影响而以社会关系为单位受到修正，即主体的最大化目标不是完全利己的，也不是完全利他的，而是利己与利他相互中和的（杜欣，徐延辉，2003）。

## 第二节 社会嵌入性视角下能源效率研究的不足

### 一、政治嵌入促进的减排历程

韩良（2010）概括了各国在减排历程中的立法情况。1992年6月，在里约热内卢召开的联合国环境与发展会议上，经过与会154个国家或地区签署后，《联合国气候变化框架公约》（以下简称《公约》）于1994年3月正式生效。这标志着气候变化问题正式纳入国际法的调整范畴。《公约》规定了关于防止气候变化的最基本法律原则和准则，没有涉及缔约方量化的温室气体减排义务，客观上便于在较短时间内将包括美国在内的绝大多数国家吸引到应对气候变化的国际公约中来。在《公约》开放签署不到一年的时间里，除美国以外，绝大多数发达国家已经开始通过国内立法或者区域立法的形式制定温室气体排放的具体减排目标和时间期限，甚至有的国家已经开始实施单方面承诺。针对《公约》存在的缺乏法律约束力、无法实现《公约》最终目标的问题，1997年，在日本京都召开的第三次缔约方大会上达成了具有里程碑意义的《京都议定书》（以下简称《议定书》）。《公约》和《议定书》的达成过程也是各国政治、经济谈判的博弈过程。

在此过程中，围绕温室气体减排问题，国际社会分成了欧洲联盟（以下简称欧盟）、以美国为代表的伞形国家和以中国、印度为代表的发展中国家三大阵营。

欧盟以《议定书》为立法依据，采取了欧盟区域内统一强制性减排立法与成员

国强制性减排立法相结合的立法模式。《议定书》针对发达国家，首次规定了具有法律约束力的温室气体减排的具体目标和时间进度表，即到 2012 年，所有发达国家缔约方的二氧化碳等 6 种温室气体的排放量要比 1990 年平均减少 5.2%。为了履行《议定书》规定的减排义务，欧盟委员会于 2003 年 7 月 2 日达成了《欧盟温室气体排放交易指令》，2004 年对该指令进行了修改，增加了与《议定书》灵活机制衔接的内容，被称为“连接指令”。为了改善和扩大现有的排放权交易机制，2008 年 1 月 23 日，欧盟委员会提出了排放权交易机制指令的修改提案；2009 年 4 月 22 日颁布了《2009 年交易指令》，将海运业和航空业也纳入强制减排范围内，确定了拍卖配额的基本分配原则，并规定了与国际气候变化协议相衔接的灵活制度。除了遵守交易指令的基本要求外，一些成员国还针对后京都时代制定了新的减排目标和减排计划，如 2008 年英国正式批准的《气候变化条例》规定：2020 年，英国二氧化碳的排放量要在 1990 年的水平上减少 34%，2050 年则至少要减少 80%，并围绕此目标建立了碳收支预算计划体系。

正是以《公约》为依据，美国加利福尼亚州、美国东北部和太平洋中部 10 个州、澳大利亚、加拿大、新西兰等国家和地区都进行了温室气体减排的单独立法。由于《公约》不具有法律强制性，没有明确的减排目标约束，减排量化的目标远远小于京都体系且缺乏持续的执行力。如美国 2009 年提出的《清洁能源与安全法案》虽然提出以 2005 年的排放量为基准，2020 年减排 20%、2050 年减排 83% 的明确目标，但是由于其减排方式与京都体系存在差异，国内已经形成的高碳排放的生活方式短期内也难以改变，导致能否实现减排目标存在很大的不确定性。加拿大虽然于 2002 年批准了《议定书》，但 2006 年其保守党政府执政后，放弃了对《议定书》的承诺。

2009 年底，中国公布了碳密度减排的行动目标，即到 2020 年，其单位国内生产总值（gross domestic product, GDP）二氧化碳排放将比 2005 年下降 40%~45%，并将其作为约束性指标纳入国民经济和社会发展中长期规划中。巴西签署《哥本哈根协议》后，通过了“12.187 法案”，确立了到 2020 年减排 36.1%~38.9% 的目标及实施协议的进度表。印度则出台了《气候变化国家行动计划》，规定了八大减排使命，不仅强调采取减缓气候变化的积极行动，还主张重视适应气候变化的能力建设。

## 二、中国需要大量能源但能源效率较低

2014 年《BP 世界能源统计年鉴》数据显示，中国、俄罗斯、印度等发展中大国，能源的使用逐年增加。根据世界银行数据库 2011 年数据考察中国、俄罗斯、印度、南非、墨西哥及巴西的能源效率，按购买力平价（purchasing power parity, PPP）衡量的 2005 不变价国际元整理得到单位能耗 GDP（国际元/千克石油当量）



和按 2005 不变价美元 GDP 整理得到单位能耗 GDP（美元/千克石油当量），结果见表 1-1。

表 1-1 中国、俄罗斯、印度、南非、墨西哥及巴西的能源效率

能源效率类型	中国	俄罗斯	印度	南非	墨西哥	巴西
购买力平价	5.063	4.414	7.799	4.482	10.186	11.013
汇率	1.54	1.29	1.77	2.19	5.32	4.09

由表 1-1 可知，按购买力平价计算的能源效率要高于按汇率计算的能源效率，但不论按哪种方法，中国、俄罗斯和南非的数值与墨西哥和巴西都有较大的差距。金培振等（2011）认为全要素能源效率指标可以更全面、合理地反映出产业结构变动等因素对能源效率的影响。

由世界银行数据库 2011 年单位能源消耗 GDP（2005 年不变价购买力平价，单位为美元/千克石油当量）指标整理得：在有数据的 142 个国家与地区当中，中国（数值为 5.062）排名第 20 位，美国（数值为 7.081）排名第 45 位，日本（数值为 9.504）排名第 86 位；中国数值是美国的 71.49%、日本的 53.27%。

由世界银行数据库 GDP（现价美元）指标与 2003~2013 年《BP 世界能源统计年鉴》一次能源消费量数据整理得单位能源消耗 GDP 数据（单位为美元/千克石油当量），见表 1-2。

表 1-2 中国、美国与日本单位能源消耗 GDP

（单位：美元/千克石油当量）

国别	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年
中国	1.32	1.32	1.41	1.53	1.86	2.29	2.48	2.54	2.87	3.01	3.24
美国	5.00	5.24	5.56	5.95	6.10	6.33	6.54	6.54	6.85	7.30	7.41
日本	8.33	8.85	8.62	8.20	8.26	9.35	10.53	10.87	12.35	12.50	10.42

由表 1-2 可知，中国单位能源消耗 GDP 较低，日本单位能源消耗 GDP 较高；但中国与美国和日本的差距越来越小，且一直以较快的速度增长，而日本 2013 年单位能源消耗 GDP 已出现下降。由表 1-2 数据计算得：2003~2013 年，单位能源消耗 GDP 的平均值，中国是美国的 33.91%、日本的 21.65%。

中国按购买力平价的单位能源消耗 GDP 高于按汇率计算的单位能源消耗 GDP，但不论按哪种方法中国单位能源消耗 GDP 与美国和日本都有较大的差距。

### 三、能源效率影响因素研究存在的问题

综合来看，现有文献主要从以下三个方面展开了能源效率及其影响因素的研